

# Utjecaj promjena vrijednosti RGB kanala na portretne fotografije snimljene uz odgovarajući bijeli balans

---

**Penava, Kristijan**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts / Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:746740>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-13**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)





Sveučilište u Zagrebu  
Grafički fakultet

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET**

**KRISTIJAN PENA**

**UTJECAJ PROMJENA VRIJEDNOSTI RGB  
KANALA NA PORTRETNE FOTOGRAFIJE  
SNIMLJENE UZ ODGOVARAJUĆI BIJELI  
BALANS**

**DIPLOMSKI RAD**

Zagreb, 2015

**KRISTIJAN PENAVA**

**UTJECAJ PROMJENA VRIJEDNOSTI RGB  
KANALA NA PORTRETNE FOTOGRAFIJE  
SNIMLJENE UZ ODGOVARAJUĆI BIJELI  
BALANS**

**DIPLOMSKI RAD**

Mentor:  
dr.sc. Miroslav Mikota

Student:  
Kristijan Penava

Zagreb, 2015

Rješenje o odobrenju teme diplomskog rada

## **SAŽETAK**

Ovaj rad analizira utjecaj promjena vrijednosti RGB kanala digitalnog zapisa portretne fotografije na percepciju i prihvatljivost portretne fotografije u različitim svjetlostnim uvjetima. U eksperimentalnom je dijelu rada ispitano 100 ispitanika (50 muškaraca i 50 žena iz standardne populacije) koji su po različitim kriterijima odabirali optimalne portretne fotografije. Pokazalo se da promatrane promjene postignute manipuliranjem RGB kanalima na fotografiji bitno utječu na percepciju portretne fotografije. Bez obzira na to, promjene su uglavnom prihvatljive. Rezultati istraživanja mogu biti primjenjivi u području umjetničke portretne fotografije i, posebno, u području reklamne portretne fotografije.

Ključne riječi: portretna fotografija, percepcija boja, RGB kanali, manipulacija boja

## **ABSTRACT**

This paper analyses the perception and acceptability of RGB channels manipulations on the visual appearance of skin color on printed portrait photographs in different lighting conditions. In the experimental part, 100 examinees (50 men and 50 women from standard population) based on the different criteria selected optimal portrait photographs. It turned out that the observed changes in the RGB channels on photographs record significantly affect on the perception of portrait photographs. Regardless of that, changes are basically acceptable. The results may be applicable in the field of commercial portrait photography.

Keywords: portrait photography, color perception, RGB channels, color manipulation

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO .....	4
2.1 POTRETNNA FOTOGRAFIJA .....	4
2.2. PRIMJENA PORTRETNE FOTOGRAFIJE.....	6
2.3. PERCEPCIJA BOJA .....	8
2.4. PROSTORI BOJA .....	14
2.5. RGB PROSTORI BOJA I STVARANJE RGB DIGITALNOG ZAPISA FOTOGRAFIJE.....	17
2.6. OBRADA FOTOGRAFIJE MANIPULACIJOM RGB KANALA.....	21
3. EKSPERIMENTALNI DIO .....	23
4. REZULTATI .....	30
5. RASPRAVA .....	36
6. ZAKLJUČAK.....	38
7. LITERATURA .....	39

## 1. UVOD

U današnje vrijeme, za slikovni prikaz nekog reklamiranog proizvoda se najviše koristi fotografija. Reklamna fotografija je uzela veliki zamah te se susreće na svakom koraku, u svim medijima od tiskovnih do elektroničkih. Posebnu vrstu reklamne fotografije čini reklamna portretna fotografija. Ona se koristi kod reklamiranja nekog *brenda* ili proizvoda koji se direktno odnosi na čovjeka. Koristi se za reklamiranje proizvoda preparativne i dekorativne kozmetike (krema za lice, ruž za usne i sl.), ali i kod reklamiranja odjevnih predmeta (odijelo, haljina, šešir, šal i sl.). Kod reklamnih portretnih fotografija za kozmetičke proizvode jako je bitno da se ostavi dojam njegovane i zdrave kože kod modela. Dakle, osim izbora modela za kojeg je poželjno u većini slučajeva da ima pravilne crte lica i da kod većine promatrača ostavlja dojam lijepoga, jako je bitna pravilno retuširana tekstura kože te njena boja. Koža mora izgledati zdravo, a većinom i mladoliko, a to je jedan od ključnih vizualnih parametara kod reklamiranja kozmetičkih proizvoda. Izgled kože na portretnoj reklamnoj fotografiji kao i bilo koji element na portretnim i ostalim reklamnim fotografijama ovisi isključivo o percepciji i doživljaju promatrača.

Kod modne fotografije, kako kod studijske tako i kod vanstudijske sve više se pazi na cjelokupnost, cjelkupni stil i izgled modela. Osim usklađenosti odjevnih predmeta na modelu, bitan je i odgovarajući izgled lica. Vizažisti upotrebnom raznih kozmetičkih proizvoda za uljepšavanje dotjeruju modele. Usprkos tome, zbog raznih svjetlosnih uvjeta na raznim lokacijama gdje se rade portretne modne fotografije (modne piste, ulice i slično) nerijetko je potrebna i reakcija u obradi fotografije za dobivanje željenog tona kože na licu, ali i ostalim vidljivim dijelovima tijela na samome modelu koji reklamira određeni proizvod. Percepcija boje kože ovisi o više faktora: izvoru i količini svjetla u prostoriji, refleksije i apsorpcije svjetla na koži, kvaliteti teksture kože, vrsti, kvaliteti i boji dekorativne kozmetike koja se koristi na modelu, percepciji promatrača i njegovoj subjektivnoj procjeni ukupnog dojma kao i konteksta u kojem se

ogledna osoba promatra. Promjena izvora i količine svjetla uvelike utječe na konačni ishod boje kože na fotografiji. Fotoaparati različitih proizvođača pod istim svjetlosnim uvjetima ne daju jednake rezultate pa je također jako bitan i dobar odabir fotoaparata kao i dodatne fotografske opreme.

Ljudska percepcija idealne boje kože kako bi trebala varirati. S obzirom da su ljudi različiti, različitih rasa s raznim tonovima kože, skloniji su prihvatiti za idealnu boju tena onu koja ih okružuje, koju susreću u svojoj svakodnevici. Iz svih navedenih razloga fotografije nisu u mogućnosti u većini slučajeva samim fotografiranjem dobiti željeni rezultat. Potrebna je dodatna obrada fotografije pomoću nekog od računalnih programa kojih je na tržištu sve više (Adobe Photoshop i dr.). Cilj kompjutorske obrade fotografije je postizanje željene boje kože modela na fotografiji, realne, kakva je ona u stvarnosti ili one kakvu fotograf ili retušer želi pobuditi zanimanje promatrača, a samim time i potencijalnog klijenta.

Cilj ovog rada je ispitivanje utjecaja određenih kompjuterskih manipulacija na portretnoj fotografiji. Utvrđuje se kako promjene u vrijednosti RGB kanala utječu na percepciju portretne fotografije. Na snimljenim portretnim fotografijama se mijenjaju iznosi boje u pojedinim kanalima (crvenom, zelenom i plavom) u koracima po 3% te se dobivene obrađene fotografije uspoređuju s originalnom. Zbog povećanja broja vanstudijskih reklamnih portretnih fotografija, ponajviše modnih, uspoređuje se utjecaj promjene vrijednosti RGB kanala na fotografije snimljene u raznim svjetlostim uvjetima, ali snimanih uz ispravan bijeli balans. U radu su prikazane razne fotografije, koje su snimane u različitim uvjetima. Između fotografija snimljenih u raznim dobima dana, od portreta snimljenih u jutro do portreta snimljenih po noći, u raznim vremenskim uvjetima, od ljetnog sunčanog dana do jesenskog kišnog. Da bi postigla dodatna različitost, portretne fotografije su snimane i na raznim lokacijama s različitim pozadinama. Pored tih vanjskih fotografija, u radu se nalaze i fotografije snimljene u zatvorenim prostorima, uz upotrebu bljeskalice ili kompletne studijske rasvjetne opreme. Od snimljenih fotografija su neke izdvojene te su



nakon obrade analizirane originalne fotografije te one dobive manipulacijom R, G i B kanala u *Channel Mixer*-u. Rad također sadržava i anketu koja je za cilj imala ustvrdi da li i koliko utječu promjene na RGB kanalima na percepciju portretne fotografije.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1 POTRETNOST FOTOGRAFIJA

Kao i svaka fotografija i portret, prikazuje neki motiv i ta fotografija govori nešto o njemu. Portret prikazuje određenu osobu te bi pored njenih fizičkih obilježja trebao ujedno i zabilježiti njenu osobnost kao i karakter same osobe.[1] Specifične fizičke značajke kao i individualni psihički izraz bi trebao stvoriti zanimljivu fotografiju koja ostavlja utisak i zadržava pažnju promatrača. Na svakoj fotografiji, ako se radi o dobrom portretu bi trebali osjetiti osobnost pojedinca. Ukoliko je riječ o portretu lica, taj iskaz karaktera isključivo ovisi o izrazu lica, osvjetljenju i pozadini koja dodatno naglašava sveukupno raspoloženje kao što je prikazano na *slici 1*. Ukoliko se radi o portretu većeg opsega, portretu cijele figure, portreta u radnom okruženju, sve ostalo što se nalazi unutar kadra mora pojačati temeljnu poruku koja se želi prenijeti. Jako je bitno, ako ne i najvažnije za dobru portretnu fotografiju da je fotograf upoznat sa osobom koju snima. Ukoliko je fotograf upoznat sa modelom već je korak bliže kvalitetnoj fotografiji samo se mora odlučiti koji aspekt ličnosti modela želi prenijeti na fotografiju.



Slika 1. Portretna fotografija

Sljedeće što fotograf odabire je lokacija snimanja portreta. Odabire se odgovarajući prostor u kojem će se smjestiti model koji se fotografira te kompozicija modela i ostalih predmeta koji su raspoređeni u prostoru. Ostali predmeti mogu biti jako bitni, jer s pomoću tih detalja moguće je dočarati životni stil modela, pogotovo ako je u pitanju ambijentalna portretna fotografija. Zatim fotograf određuje gdje će i kako smjestiti modela unutar kadra prilikom fotografiranja. Vodi se računa i o izboru boje na odjeći modela s obzirom na pozadinu jer se ne želi da se model stopi sa pozadinom. [2]

Ukoliko se radi o snimanju cijele figure, modeli mogu imati još veću nelagodu, tada ne znaju kako bi se ponašali, ne znaju kako bi stali, gdje bi s rukama i slično. Fotograf treba naći načina da uvodnim razgovorom prije snimanja napravi atmosferu opuštenom, ali i da ja razgovorom, puštanjem glabe ili nekim trećim načinom održi i za vrijeme cijelog snimanja. Ukoliko i nije zadovoljan odabranom odjećom u kojoj je model došao na snimanje, ne smije to pokazati već eventualno može predložiti neke promjene (skidanje kaputa, kravate i slično). Potrebno je i da fotograf pravilno odredi položaj modela, kako bi trebao stajati ili sjediti, kako namjestiti ruke, u kojem smjeru gledati jer položaj govori puno toga o njemu. Odabir kuta iz kojeg se portret fotografira je također izuzetno bitan. Naprimjer nekoga ko je na nekom uzvišenom položaju (sudac) se slika tako da na fotografiji ispada kao da nas gleda s visine, da se dobije dojam uzdignutog položaja, moći i autoriteta. Ukoliko se model fotografira odozgo postignemo dojam skromnosti ili potištenosti. Također odabirom kuta se može naglasiti određeni detalj simboličan za model pa se tako košarkaš fotografira tako da se naglasi njegova visina. [3]

Za portret nije nužno da bude "namješten". Također postoje i neformalni portreti koji se pored studija snimaju i na mnogim drugim lokacijama, na samoj ulici, radnom mjestu, u prirodi. Neformalni portret je spontan pa samim time može predstavljati razna raspoloženja, može biti i dramatičan i humorističan. Može se fotografirati nepoznata osoba na ulici, ali i prijatelji, obitelj, radne kolege.

Također za kvalitetnu portretnu fotografiju, jako je bitan odabir opreme s kojom se fotografija postiže. Ukoliko se radi o studijskoj fotografiji, studijska rasvjeta ima značajnu ulogu i potrebno ju je pravilno rasporediti. Bitno je osim samog modela dobra osvjetljenost i same pozadine. Kod samog aparata fotografi izmjenjivaju širokokutne objektivne zbog toga što njihovom upotrebom može doći do izobličavanja crta lica na modelu. Najpogodniji objektivni za portretnu fotografiju su teleobjektivi, pogotovo teleobjektivi manjih žarišnih duljina (75 - 135 mm).[3]

## 2.2. PRIMJENA PORTRETNE FOTOGRAFIJE

Fotografija danas ima svestranu primjenu te je dominantna ilustracijska tehnika, osnova filma, ali ujedno i zasebna umjetnička vrsta. Najčešći oblik amaterskog likovnog izražavanja i slikovnog bilježenja događaja je amaterska fotografija. Zbog potreba pojedinih područja dolazi do tehničkog i kreativnog razvoja fotografije te njene profesionalne primjene. Najznačajniji je razvoj u novinskoj, modnoj, sportskoj i reklamnoj fotografiji. Tehnička fotografija se primjenjuje u znanosti, tehnici, medicini, kriminalistici, a nerijetko se za njeno dobivanje koriste posebni postupci. Kao što su snimanje infracrvenim i ultraljubičastim zračenjem, radiografija, holografija, fotogrametrija, fotomikrografija. U današnje vrijeme za slikovni prikaz nekog proizvoda, za njegovo reklamiranje uglavnom se koristi fotografija.

Reklamna fotografija nastoji privući pažnju potencijalnog kupca, u kombinaciji s tekstom nagovoriti promatrača na kupnju proizvoda. Uobičajena podjela reklamnih fotografija je na fotografije ugođaja (turističke reklame, pejzaži, itd.), fotografije koje uvjeravaju (fotografije zadovoljnog kupca proizvoda koji se reklamira), fotografije koje objašnjavaju (fotografije koje naglašavaju neki detalj proizvoda reklamiranog proizvoda i ističu ga kao prednost), tehnička fotografija (realno prikazuje reklamirani proizvod) i neobične fotografije koje nekim specifičnim motivima ili načinom realizacije pokušavaju privući pažnju. [1]

Što se tiče samog snimanja reklamne fotografije, najčešće se motiv snima na neutralnim ili jednobožnim pozadinama koje se naknadno u obradi fotografije mogu lako ukloniti, a motiv računalnom obradom smjestiti u bilo koje okruženje. Ukoliko se u svrhu reklamne fotografije kao model koristi neka osoba, riječ je o reklamnoj portretnoj fotografiji. Reklamna portretna fotografija uglavnom služi za reklamiranje kozmetičkih proizvoda (kreme za lice, rumenilo, ruž i sl.) ili za reklamiranje odjevnih predmeta (odijelo, haljina, šešir, šal, itd.). Takva reklamna portretna fotografija ima najviše dodirnih točaka sa modnom fotografijom.

Modna fotografija je sfera primjenjene fotografije koja se izuzetno raširila i popularizirala i izvan specijaliziranih modnih časopisa. [1] Tako ju susrećemo među svim današnji tiskanim i elektroničkim medijima. Osim studijske modne fotografije koja je i danas najviše zastupljena, susrećemo i vanstudijsku modnu fotografiju. Uz fotografiranje modnih revija, u novije vrijeme je jako česta upotreba neformalnih portretnih fotografija slučajnih prolaznika uz naglasak na odjevne predmete na njima kao i općenito modni stil običnih građana.

### 2.3. PERCEPCIJA BOJA

"Boja je subjektivan psihofizikalni doživljaj izazvan elektromagnetskim zračenjem valne duljine od 380 do 750 nm (psihički doživljaj nastao fizičkim stimulansom - elektromagnetskim valom)."[4]

Ljudi su od postanka bili opčinjeni bojama, a svaka kultura je prepoznavala mnoge, a definirala vrlo rijetke boje (najčešće crnu i bijelu). U vrijeme Leonarda da Vinci smatralo se da svjetlost izlazi iz oka i da zbog toga vidimo predmete. Secirajući ljudske organe, Leonardo da Vinci je iznio tezu da svjetlost umjesto da izlazi, ulazi u oko. Ta teza je kasnije potvrđena, oko apsorbira svjetlost, elektromagnetske valove. A tek je u 17. stoljeću Sir Isaac Newton otkrivši da se iz bijele svjetlosti može dobiti cijeli spektar boja dao generalnu teoriju o bojama. Percepcija boja je sposobnost oka da propušta svjetlost kroz rožnicu. Ulazna energija svjetlosti se regulira zjenicom. Rožnica fokusira svjetlost na stražni dio oka gdje se stvara umanjena i obrnuta slika. Početak osjeta vida započinje u ovojnici oka koju nazivamo mrežnica. [5]

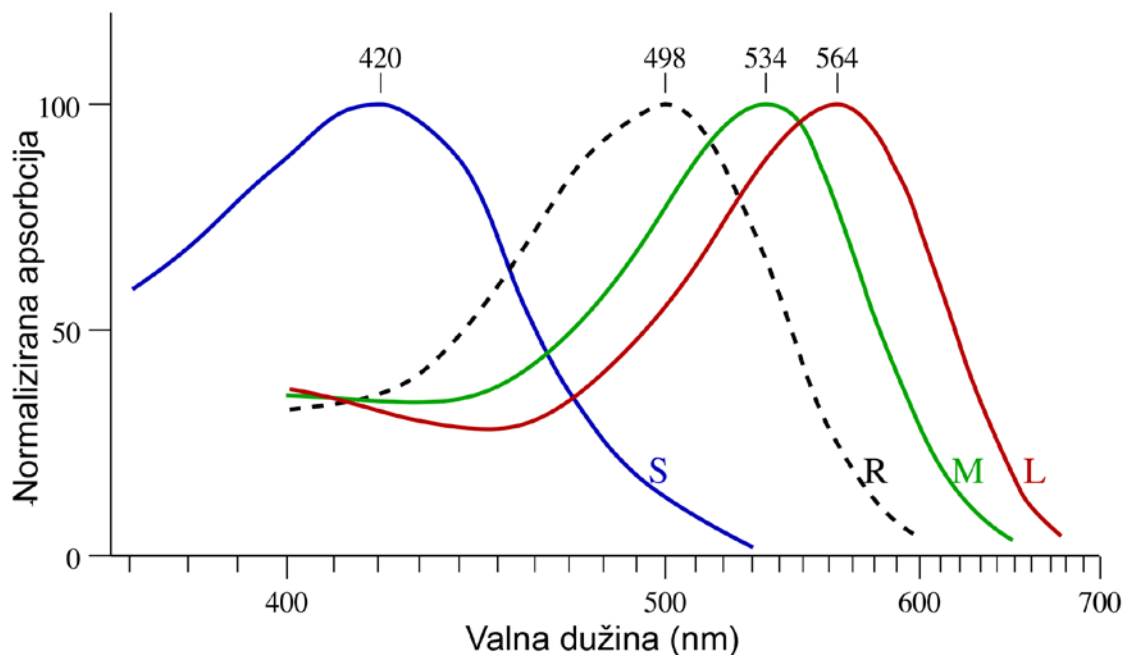
Mrežnica (retina) je jedna od ovojnica oka koja prekriva najveći dio unutrašnjosti očne jabučice što omogućuje oku široko vidno polje. Ona je sastavljena od slojeva bipolarnih stanica i fotoreceptora (štapića i čunjića) koji su vidnim živcem povezani direktno s mozgom. Ulazna elektromagnetska energija iz svjetlosti se pretvara u živčane impulse koji se prenose u zatiljni dio velikog mozga gdje se tvori slika. Najvažniju ulogu u percepciji boja imaju fotoosjetljivi pigmenti u čunjićima koji su sastavni dio svakog fotoreceptora živcima spojenih s mozgom. Fotoosjetljivi pigmenti apsorbiraju svjetlo i tako dolazi do živčanog podražaja u fotoreceptorima mrežnice.

Vidni osjećaj se stvara tako što signal putuje optičkim živcima od fotoreceptora do dijela mozga zaduženog za vid, a informacija o boji, pokretu, svjetlini i sjajnosti se kodira i dekodira te se stvara vidni osjećaj. Informacija o intenzitetu svjetlosti se dobiva preko štapića koji se nalaze na periferiji mrežnice. Osjetljivost štapića omogućuje monokromatski vid uz osjetljenje veće od 0,2 lx koji se dobiva fotoosjetljivim pigmentom nazvanim rodopsin.[4]

Rodopsin je najosjetljiviji na valne dužine plavo-zelenog dijela spektra (507 nm). Prilikom utjecaja svjetlosti, rodopsin mjenja svoju konfiguraciju brzinom oko  $10^{-12}$  sekundi, dok povratni proces (regeneracija) traje više od 1 minute. Štapići imaju veliku fotoosjetljivost. Dovoljan je jedan foton da bi mu se zabilježilo pobuđivanje stanica, ali potrebno je pobuditi najmanje sedam stanica štapića fotonima da bi postali svjesni osjećaja svjetla. Štapići su stariji oblik receptora u ljudskom evolucijskom procesu i oni su omogućili prve početke vida kod čovjeka stvarajući relativno mutnu sliku bez percepcije detalja.

Čunjići su kraće i deblje fotoreceptorske stanice koje reagiraju na osvjetljenja veća od 30 lx-a.[4] Njih je puno manje nego štapića, a omoguću nam jasnu percepciju detalja te osjet šarenih boja. Čunjići su suprotnim krajem svoje osjetljivosti spojeni na živčana vlakna u mrežnici koji u sljepoj pjegi formiraju optički živac te se spajaju s mozgom. Čunjići su onaj dio oka koji omogućava osjet kromatskih boja (RGB), a razlikovanje boja moguće je zbog toga jer u oku postoje tri različite vrste čunjića koji u sebi imaju fotopigmente s različitim maksimalnim osjetljivostima u tri spektralna područja prikazana na slici 2. Prvi tip čunjića je S (short = kratko) s maksimalnom osjetljivošću kod valnih dužina od oko 430 nm. Ovi čunjići ostvaruju reakciju kod kratkih i srednjih valnih dužina. Osim njih imamo i čunjiće koji ostvaruju reakcije kod srednjih valnih dužina M (medium = srednje). Maksimalna osjetljivost im je oko 530 nm. Treći tip čunjića ostvaruje reakcije prvenstveno kod većih valnih duljina (s maksimalnom osjetljivošću od valnih dužina od oko 560 nm.) i označava se s L (Long = dugo).

Iako je osjetljivost pojedinog receptora maksimalna pri navedenim valnim dužinama, osjetljivost receptora je puno šira te se čak područja osjetljivosti međusobno prekrivaju. Često se spomenuti čunjići pogrešno nazivaju crvenim, zelenim i ljubičasto-plavim zbog toga što se te tri boje vežu za tri kromatska područja spektra (kraće valne dužine = ljubičasto - plavo, srednje valne dužine = zeleno, veće valne dužine = crveno). Istina je da oni reagiraju s obizorm na valnu dužinu područje u kojem je ta valna dužina dominantna i s njima izazivaju reakciju, ali sami doživljaj boje se stvara isključivo u mozgu.



Slika 2. Spektralna osjetljivost čunjića i štapića  
(izvor: en.wikipedia.org)

Maksimalna osjetljivost oka ostvaruje se uz veće intezitete osvjetljavanja u slučajevima kad su pobuđeni i štapići i čunjići (mesoptički vid). Mesoptički vid je kod valne dužine od 555 nm (zeleni dio spektra). Uz manje intezite osvjetljavanja kad su aktivni samo štapići imamo skotoptički vid, kod valne dužine 507 nm (zeleno-plavi dio spektra). Tijekom povećanja osvjetljenja vid postepeno prelazi i skotoptičkog do fotoptičkog. Fotoptičkim vidom se nazivaju uvjeti gledanja kod kojih su aktivni samo čunjići. Čunjići prilagođavaju svoju osjetljivost prema prosječnom intezitetu svjetlosti u okruženju, a također je potreban određeni minimalni intezitet svjetlosti da bi uopće vidjeli obojenje. Zbog podešavanja, prilagodbe osjetljivosti intezitetu svjetlosti koja nas okružuje nagli izlasci iz mraka u svjetlo i iz svjetlih prostorija u mračne, zahtjevaju određeno vrijeme prilagodbe.

U pojedinim uvjetima može doći do toga da su aktivni i čunjići i štapići te se tada kombiniraju na vrlo kompliciran način. Stoga ljudski osjet na boje reagira jako čudno prilikom svitanja i sumraka, pri prigušenoj rasvijeti.



Za razliku od ljudskog oka, film i čip nemaju mogućnost imitirati tu karakteristiku koju ima ljudski vid. Također, čunjići mogu i zaustaviti djelovanje štapića šaljući im signal da intezitet svjetla raste te im tako blokira njihovu reakciju na svjetlo. Taj mehanizam čuva štapiće koji su jako osjetljivi da ne bi došlo do "izgaranja" na jakom svjetlu. Također, čunjići su u suodnosu, međusobno "komuniciraju" i zbog toga se razlike među signalima pojačavaju. Čunjići osjetljivi u većim valnim dužinama se nalaze u suprostavljenoj reakciji čunjićima osjetljivim na srednjim valnim dužinama. Stoga u nekim slučajevima jaka stimulacija jednih daje nešto poput negativne reakcije drugih. Iz toga izlazi da je ljudska osjetljivost na male razlike u boji i zasićenju izuzetno velika. To se pogotovo očituje u zelenom dijelu spektra u kojem je oko najosjetljivije. Čovjek vidi nevjerojatno puno nijansi zelene, a to često predstavlja problem slikarima, ilustratorima, ali i fotografima. Izuzetno je teško postići postojanu zelenu boju na otisku ili fotografiji koja izgleda prirodno. Zbog toga u *Bayerovom* uzorku imamo dvostruko više zelenih filtara nego plavih i crvenih. Pošto se osjet svih čunjića preklapa, nije pravilno reći da su određeni čunjići odgovorni samo za percepciju crvene, zelene i plave boje nego ljudski mozak različitim kombinacijama navedenih boja može percipirati sve postojeće boje vidljivog dijela spektra.

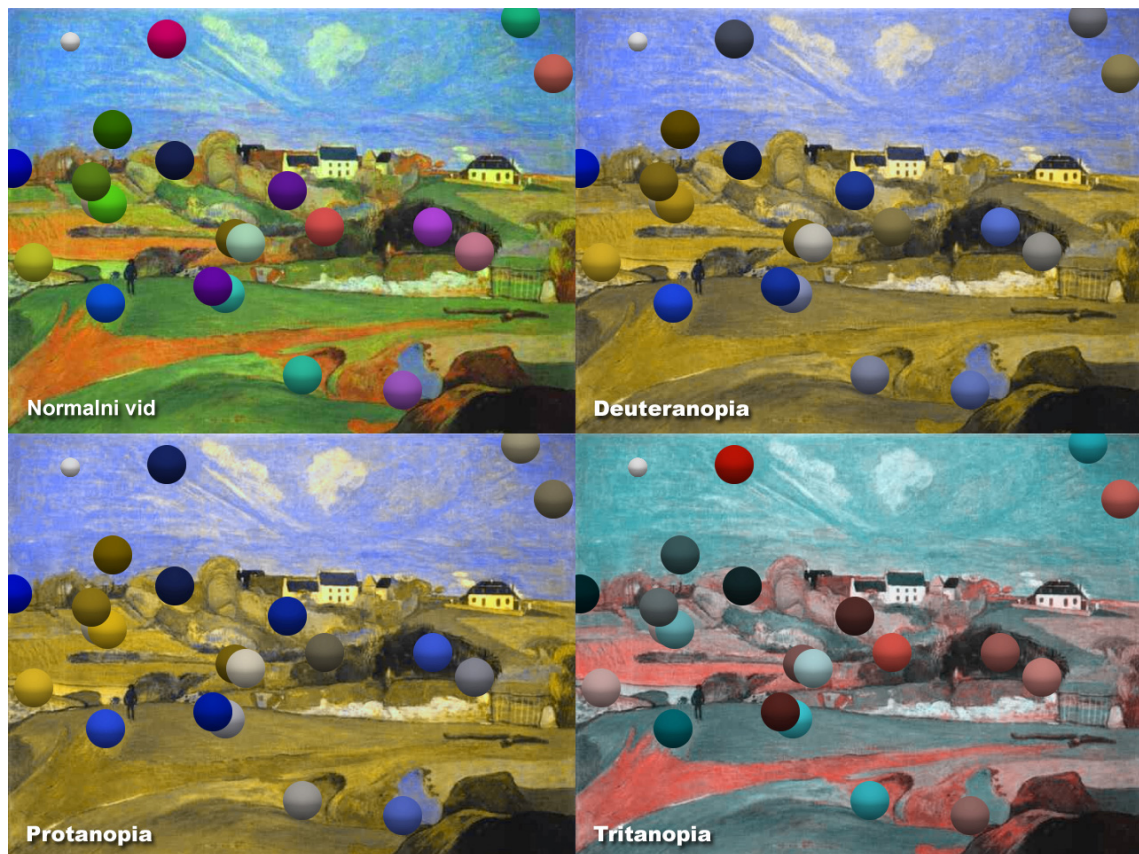
Mnogi faktori utječu na osjetljivost čunjića i štapića. Svaki ljudski organizam je jedinstven, između ostalog i po osjetilnim karakteristikama ne postoje dvije iste jedinke. Ustanovljeno je da osjetljivost čunjića u srednjim i velikim valnim dužinama može odstupati i do 20 nm, a taj parametar odstupanja ovisan je o starosti oka. Također individualna osjetljivost oka uvjetovana je i u apsorpciji svjetlosti na oko 450 nm za što su odgovorni pigmenti u oku neposredno ispod fotoreceptora. S obzirom na individualnost doživljaj boje, *CIE*<sup>1</sup> uvodi hipotetski izraz kojim se definiraju karakteristike promatrača: prosječni standardni promatrač. Osim što je uvjetovan individualnim karakteristikama promatrača, doživljaj boje uvjetovan je i utjecajem okoline.

---

<sup>1</sup> CIE (*Commission Internationale de l'Eclairage*) - internacionalna komisija za rasvjetu, utemeljitelj znanosti o boji, razumijevanju nastanka boje, njenog instrumentalnog mjerenja i brojčanog vrednovanja.

Određene fiziološke anomalije ili oštećenja retine, optičkog živca, viših moždanih centara dovode do defektnog viđenja boje. Ono može biti ili nasljeđeno ili stečeno. Stečena sljepoća je vrlo rijetka, a nasljeđenje imamo tri tipa: monokromaziju, dikromaziju i anomalnu trikomaziju. Defektnost vida je izraženija kod muškaraca nego kod žena, a smatra se da oko 8.4% stanovništva ima neki oblik defektnog vida. [5] Nemogućnost razlikovanja suprotnih parova boja (crvene od zelene, ljubičasto-plave od žute) naziva se daltonizam. Daltonizam se pojavljuje pri izostanku pojedinih vrsta čunjića, a inače, jedan je od najčešćih tipova defektnog vida. Monokromazija je potpuna sljepoća na boje. Uzrokuje ju nedostatak ili defekt čunjića i iz nje proizlazi nemogućnost raspoznavanja boja. Monokromazijom je percepcija svedena na jednu dimenziju zbog nedostatka dva ili tri tipa čunjića. Ukoliko nedostaje samo pojedini tip čunjića u mrežnici dolazi do poremećaja koji se naziva dikromazija. Dikromati posjeduju stanice za pobudu dvaju kromatskih stimulansa umjesto potrebnih tri, a samih tih poremećaja imamo tri tipa. Protanopija je poremećaj kod kojeg imamo izostanak fotopigmenata osjetljivih na velikim valnim dužinama. Ta pojava onemogućava razlikovanje crvene i djelomično zelene boje. Nemogućnost razlikovanja zelene i djelomično crvene boje čini pojavu koja se zove deuteranopija. Deuteranopija nastaje izostankom fotopigmenata koji reagiraju na srednjim valnim dužinama. Pojavu kada su fotopigmenti neosjetljivi na stimulaciju kratkih valnih dužina nazivamo tritanopija i prouzrokuje nemogućnost razlikovanja plave od žute. Simulacije normalnog vida kao i vida osoba koje imaju protanopiju, deuteranopiju ili tritanopiju su prikazane na slici 3.

Za dijagnostiku defektnog viđenja boja imamo više dijagnostičkih metoda i testova, a kolorni vid se danas može ispitati lako i sa velikom preciznošću. Jedan od najčešćih pomagala prilikom dijagnostike ovih poremećaja su Ishiharine pseudoizokromatske tablice. One se sastoje od niza slika koje su sačinjene od obojenih kružića. Unutar slike koja je sačinjena od kružića raznih dimenzija je umetnut lik, većinom broj u obliku niza kružića iznijansirane suprotne boje te ga je moguće uočiti u slučaju zdravog vida, ali ne i pri poremećaju kolornog vida. [5]



Slika 3. Simulacija vida kod oboljenih od pojedinih oblika defektnog vida  
(izvor: gmc.yoyogames.com)

S obzirom da test sadrži niz slika sa različitim bojama i različitim umetnutim likovima, suprotnog obojenja od ostatka slike omogućena je točna dijagnoza o kojoj vrsti poremećaja kolornog vida se radi. Da li osoba koja je podvrgnuta testu ima normalan, zdravi vid ili posjeduje djelomično ili potpuno sljepilo na boje.

Osobe s defektnim viđenjem nisu adekvatne za analizu i obradu fotografija, pogotovo ako je riječ o manipulaciji bojama u crvenim, zelenim i plavim kanalima boja. Potreban je zdrav vid da bi se razlučile upotpunosti razlike u bojama te da bi se moglo s njima manipulirati i samim time djelovati na konačan izgled reklamne portretne fotografije.

## 2.4. PROSTORI BOJA

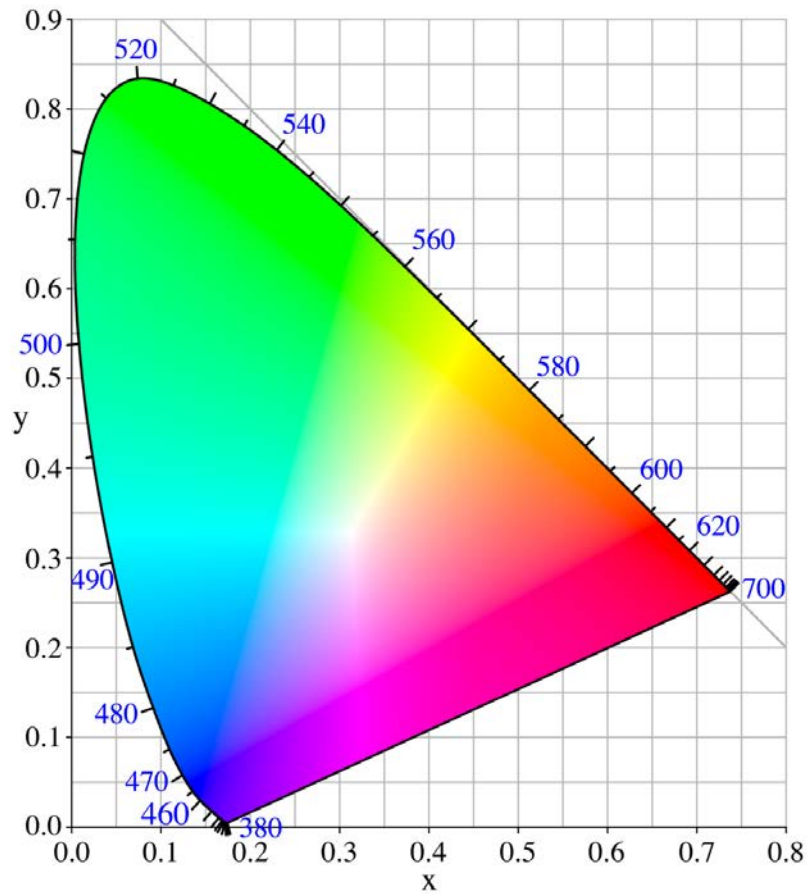
Kod realizacije neke slike u tisku, izradi fotografije ili prikazivanju nje na određenom mediju dolazi do problema vijernog reprodiciranja boja. Težnja je dobiti model koji bi omogućio očuvanje kvalitete, boja i tonova. Da bi se neka slika vjerno reproducirala, postoje sustavi (prostori) boja koji nam to omogućavaju. Sustavi boja su definirani gamutom (opsegom boja) kojeg obuhvaćaju. Svaki prostor boja se razlikuje od drugoga po nekim karakteristikama te su zbog toga pogodniji za određene reprodukcije ili prikaze.[5]

Boja u sustavima je najčešće prikazana uz pomoć tri koordinate (parametra). Tim koordinatama se određuje položaj boje unutar prostora boja. Neki od prostora boja su linearni. Kod linearnih prostora boja promjenom određenog iznosa podražaja doći do jednake promjene u percepciji te boje. Zatim imamo i prostore boja koji su intuitivni za korištenje, to jest lako je u njima pomoću parametara izabrati boju, ali imamo i one koji nisu i u njima je vrlo teško ili nemoguće pomoću parametara odabrati boju. Neki prostori boja su vezani za uređaj na kojem su boje definirane i za njih se kaže da su ovisni o uređaju (engl. device dependent).[6] RGB ili CMY prostori boja su bazirani na tom modelu. RGB prostor boja koristi se za procesiranje vizualnih signala na uređajima koji za prikazivanje boje koriste primare aditivne sinteze kao što su zaslone računala, skeneri, digitalne kamere. Dok se CMY prostor boja koristi kod uređaja i medija koji za modeliranje boje se koriste primarima suptraktivne sinteze (gafički otisci). Oba ova modela su u obliku trodimenzionalnog tijela, heksaedra (kocke). Tri osnovne koordinate u RGB sustavu su boje primara aditivne sinteze: crvena, zelena i plava, u ishodištu sustava se nalazi crna boja, a njoj nasuprot bijela. [7] U CMY modelu ishodište čini bijela boja, a na suprotnom kraju prostorne dijagonale je crna. Osnovne bridove predstavljaju primari suptraktivne sinteze: zeleno-plava, purpurna i žuta. Bridovi kocki zbog jednostavnijeg opisa su raspodjeljeni u 256 jednakih dijelova, u rasponu od 0 do 255 čime dobijemo raspon od 16.7 milijuna boja.[5]

Problem trodimenzionalnih RGB i CMY modela boja je u tome što nisu zorni ni intuitivni. Kad bi naveli tri broja (0 do 255), nemoguće je predočiti koja bi to boja mogla biti, a osim toga u takvom koordinatnom sustavu slične boje nisu susjedne. Drugi problem ovog sustava je taj da ako su boje definirane na određenom uređaju, na nekom drugom uređaju se prikazuju različito. Taj problem se rješava kalibracijom i karakterizacijom. Kalibracija je podešavanje uređaja, medija ili procesa tako da on daje ponovljive rezultate. Karakterizacija definira odnose između prostora boja uređaja, procesa ili medija i uniformiranih prostora boja CIE sustava na kojima se temelji kolorimetrija. RGB modeli imaju najširi spektar boja, ali su ujedno i usko vezani za geometriju osvjetljivanja i temperaturu boje svjetla. Svakim prijelazom u drugi mod rada dolazi do gubitka tonova, zasićenosti i svjetline. CMY modeli boja u odnosu na RGB imaju suženi spektar tonova i smanjenu svjetlinu. [5]

Dakle između ta dva osnovna sustava imamo određenu prazninu u svjetlini i broju tonova. Taj percepcijski problem je riješen uvođenjem uniformirani kolorimetrijski modela koji omogućuju kompromis između RGB i CMY modela. Uniformirani kolorimetrijski modeli su nezavisni od uređaja (eng. Device independent models), u mogućnosti su prikazati sve realne gamute boja te omogućiti praktičan i kvalitetan prijelaz informacija o boji između različitih modela boja. [8]

RGB prostor boja sa svim dijelovima spektra možemo smjestiti u CIE XYZ dijagram koji je sastavljen od primarnih boja osnovna tri dijela vidljivog spektra prikazan na *slici 4*.



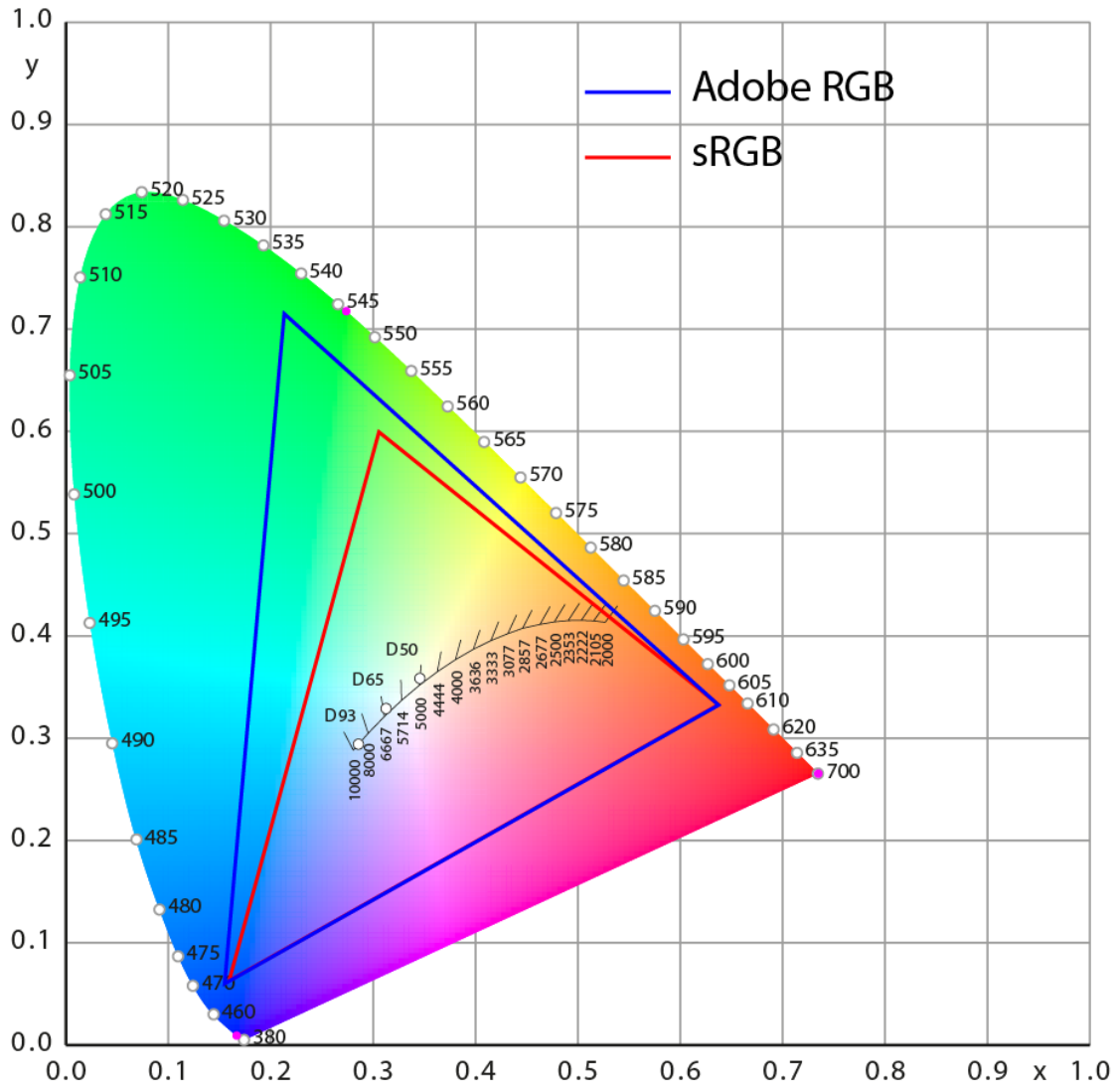
Slika 4. CIE sustav boja u koordinatnom sustavu (izvor: en.wikipedia.org)

U RGB trokutu se ne nalaze sve boje vidljivog dijela spektra te je taj proširen dodatnom krivuljom, ali dobiveni model nije bio dovoljno jasan pa je transformiran. transformacijom CIE XYZ modela definirani su jasniji trodimenzionalni prostori boja poznatiji kao CIE  $L^*u^*v^*$  i CIE  $L^*a^*b^*$  prostor boja. CIE  $L^*a^*b^*$  prostor boja se koristi u grafičkoj tehnologiji pri definiranju boja prilikom tiska te se njime određuje tolerancija između originala i reprodukcije. Imamo još i CIE  $L^*C^*h^*$  prostor boja koji je namjenjen prije svega za prikazivanje karakteristika boja: svjetline, kromatičnosti i tona boje.

## 2.5. RGB PROSTORI BOJA I STVARANJE RGB DIGITALNOG ZAPISA FOTOGRAFIJE

Hewlett - Packard, Microsoft i ostali razvili su sRGB standardni prostor boja zaslona koji pomaže optimiziranju potreba u korištenju većine krajnjih korisnika. sRGB je kalibrirani RGB koji je prilagođen za veliku većinu računalnih zaslona, operativnih sustava i internet preglednika. On dopušta boji da bude reproducirana i prikazana u jednoj jedinstvenoj metodi koja omogućuje konzistenciju prikaza od zaslona do zaslona. Microsoft je postavio sRGB kao zadani zaslon prostor boja za Windowse. Slike na zaslonu koje su određene kao sRGB datoteke, po pitanju boja prikazuju se precizno i točno na većini monitora i televizorima te ga se uvjetno može smatrati neovisnim o uređajima.[6] Upravo radi toga njegova je prednost nad ostalim RGB prostorima boja.

Zatim imamo Apple RGB prostor boja čiji je gamut vrlo sličan sRGB prostoru boja, ali ponešto širi što se vidi na *slici 5*, a također je vrlo čest kod monitora. Adobe RGB (1998) je prostor boje u RGB modu kojeg je razvio Adobe Systems 1998. godine predstavljajući ga kao profil boje u Adobe Photoshop 5.0 aplikaciji koji je od tada u širokoj upotrebi implementiran u pripremi za tisak ili ispis u profesionalnom radnom toku. Napravljen je kako bi obuhvatio većinu boja koje može reproducirati CMYK pisač koristeći se pritom primarnim bojama aditivnog sustava (crvenom, zelenom i plavom) kakvim se koriste kompjuterski monitori. Adobe RGB obuhvaća oko 50% boja koje je specificirala CIE u svom LAB prostoru boja, a u odnosu na sRGB prostor ima širi gamut na području cijan i zelene te u svijetlim tonovima magenta i crveno-narandžaste boje. Efikasan sustav za upravljanje bojama (*color management*) će zahtijevati da za svaku slikovnu datoteku bude pridružen i profil boje kako bi se definirao prostor boje pod Adobe RGB prostor boje i njegov ICC profil uključen je u cijelu Adobe liniju *software-a*.

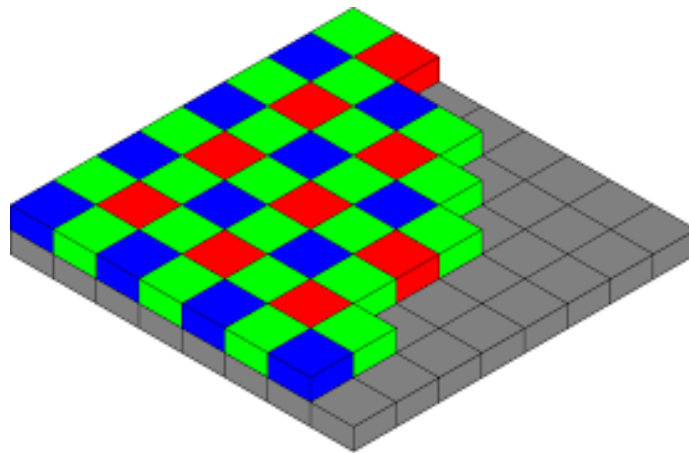


Slika 5. sRGB i Adobe RGB sustavi boja unutar CIE sustava  
(izvor: emday.nl/2013/04/kleurbeheer-woordenlijst)

Piksel ili *picture element* je jedna elementarna kvadratična točka rasterske slike za koju je karakteristično da na svojoj cijeloj površini ima isti ton. Pikseli su najčešće poredani u dvodimenzionalnu mrežu i često se prikazuju preko točaka ili pravokutnika, a pošto su programirani kao paralelogrami mogu poprimiti i zakrenute deformirane oblike. Svaki se piksel najčešće sastoji od tri komponente - crvene (red), zelene (green) i plave (blue), a oni ne registriraju boju već samo registriraju intenzitet svjetlosti, a boja nastaje stavljanjem kolor



filtera iznad površine senzora. Jedan takav filter je Bayerov uzorak koji se sastoji od RGB kolor filtera postavljenih na mrežu fotosenzora koji se ugrađuju u digitalne fotoaparate, kamere i skenere te im omogućuju stvaranje slike u boji, tj. filter razlaže sliku na piksele koji se pretvaraju u tri kanala slike – crveni(R), zeleni(G) i plavi(B)



Slika 6. Bayerov uzorak (izvor: en.wikipedia.org)

Uzorak bayerova filtera se sastoji od 50% zelenog, te po 25 % crvenog i plavog filtera od kojih svaki pokriva po jedan piksel i tako reagira na samo jednu od primarnih boja.

Tako piksel pokriven crvenim filtrom (propušta crvene zrake svjetlosti) mjeri samo crveno svjetlo dok sljedeći piksel mjeri plavo ili zeleno svjetlo. Dodatni zeleni filter prisutan je zato što je ljudsko oko najosjetljivije na zelenu svjetlost. Kombinacijom jačine svjetla tih triju primarnih boja svaki pixel pridonosi punoj kvaliteti spektra boje na maloj površini fotosenzora koji ponavljajući postupak po cijeloj površini stvara kolorit cijele fotografije.

Kako bi se svaki signal pretvorio u digitalni oblik, on se mora digitalizirati, odnosno kvantizirati. Digitalni fotoaparat obrađuje različite jakosti signala iz pojedinačnih fotoćelija tako da svaki piksel slike dobije odgovarajuću vrijednost boje, tako da se na temelju podataka iz susjednih fotodioda za svaki piksel izračuna ili unese njegova vrijednost. Ta interpolacija boje ključni je korak koji omogućava proračun o kojem ovisi konačna kakvoća snimljene fotografije..

Vrijednosti se za svaki pixel skupljaju i povezuju pa tako nastaje slikovna datoteka, a u tom se procesu određuje i format, odnosno ustroj datoteke. Nakon obrade, digitalna se fotografija pohranjuje (sprema na disk ili u memoriju). Prvi dio procesa, bilježenje slike senzorima, vremenski je vrlo kratak, ali obrada i pohrana podataka traju nešto dulje.

Najčešći fotosenzor u digitalnim fotoaparatima je CCD senzor (*Charged Couple Device*). CCD je specijalizirani čip koji se danas koristi samo kao optički senzor za digitalne fotoaparate i kamere, dok se CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*) koristi u širokom spektru elektroničkih uređaja. [9] Fotoosjetljiva površina CCD senzora je mreža fotoćelija koje se prije ekspozicije nabiju elektronima. Za vrijeme ekspozicije, kada svjetlosne zrake osvjetle senzor ti se elektroni, ovisno o svjetlosti, rasporede po fotodiodama te se dobiveni električni impuls prenosi u pojačalo. Te su fotodiode zapravo slijepe na svjetlo, pa kako bi se dobila slika u boji, na senzor se ugrađuje filter sa Bayerovim uzorkom. Preko jedne trećine fotodioda stavlja se crveni filter, preko druge trećine zeleni filter i preko ostatka plavi. Pojačalo CCD senzora ne može raditi sa milijunima električnih impulsa u isto vrijeme već procesira samo jedan red piksela sa fotosenzora. Nakon toga te se informacije brišu, a njihovo mjesto zauzima sljedeći red piksela. Proces se ponavlja dok se u cjelosti ne snime podaci od svakog reda piksela. Za razliku od CCD senzora, CMOS senzor za svaki pixel posebno ima ugrađeno pojačalo što omogućuje da se podaci sa svih pixela obrade u istom trenutku. Ovaj proces omogućava veću brzinu pohrane zapisa pa samim time i više snimljenih slika. Budući da je kod CMOS senzora svakom pixelu pridruženo pojačalo, to poskupljuje proizvodnju, pa se samim time takvi senzori ugrađuju u bitno skuplje poluprofesionalne i profesionalne aparate (SLR). Zbog povećanja prodaje digitalnih aparata (masovne proizvodnje) cijena proizvodnje CMOS se smanjuje i sve više digitalnih aparata nižeg cjenovnog razreda koristi ove fotosenzore koji troše i do 100 puta manje energije za svoj rad. Svi podaci koji dolaze sa CCD ili CMOS senzora dolaze u analognom obliku. Kako bi mogli biti prikazani u digitalnom obliku, tj. na računalu ili printeru, trebaju biti prebačeni u binarni kod što se obavlja ADC elementima.

## 2.6. OBRADA FOTOGRAFIJE MANIPULACIJOM RGB KANALA

Pored slojeva i krivulja još je jedan parametar od velike važnosti za razumijevanje procesa snimanja, obrade i prezentacije digitalnih fotografija, a to su kanali boja. Miješanjem crvene, zelene i plave svjetlosti različitog intenziteta mogu se dobiti sve vidljive boje, a mješavina tih osnovnih boja u jednakim omjerima daje sive nijanse, ili ako je svjetlo jakog intenziteta dobit ćemo bijelu svjetlost. [10]

Svaka boja koju možemo vidjeti može se razložiti na mješavinu tri osnovne boje u različitim stupnjevima svijetline: crvena (R), zelena (G) i plava (B). Na temelju crvene, zelene i plave slike (RGB) koje dobije od senzora procesor kroz ugrađene algoritme (iskustva) konstruira sliku koja se opet razlaže u RGB i zapisuje na memorijsku karticu kao RGB datoteka. Tu datoteku možemo obrađivati u računalu i gledati na monitoru koji opet koristi RGB i pomoću matrice koju posjeduje proizvodi prekrasne boje koje možemo vidjeti. Nakon snimanja i obrade, fotografija je zabilježena u nekoj datoteci u RGB modelu kodiranja boja. Boje su smještene svaka u svoj kanal i imaju svoj brojni zapis. Informacijama u pojedinim kanalima može se manipulirati direktno ili preko miksera kanala (*Channel Mixer*) koji je sastavni dio većine programa za obradu digitalnih fotografija. Kanalima se mogu mijenjati razni parametri koji određuju konačni izgled fotografije. Svi alati i efekti u programima za obradu fotografija mogu se primijeniti na svaki kanal posebno, jer je svaki kanal u osnovi monokromatska (jednobojna) fotografija. Photoshop može prikazati kanale kao crno-bijele fotografije što olakšava rad na kanalima. Bez obzira na način definiranja boja i sam prostor boja, kanali RGB fotografije su monokromatske (jednobojne) fotografije čiji pikseli mogu imati ograničen broj tonalnih nivoa što je važna karakteristika jer se boje stvaraju aditivnim miješanjem (zbrajanjem) različitih vrijednosti svijetline boje pojedinih piksela u svakom kanalu. Upravljanje kanalima u programima za obradu fotografija može se vršiti na više načina. Jedan od najčešće korištenih je prilagođavanje postojećih RGB kanala, tj. prilagođavanje nivoa crvene, plave i zelene boje

upotrebom miksera kanala (*Channel Mixer*) koji funkcioniра tako da modifikira određen kanal boje. Mikser kanala funkcioniра tako da se potamnјivanјem (pomakom vrijednosti levela iznad 100%) određenog kanala pojačava boja tog kanala (crvena, plava ili zelena), a oslablјivanјem (pomakom vrijednosti levela ispod 100%) određenog RGB kanala se pojačava njoj komplementarna boja na svim pikselima slike. Kako je crvenoj boji komplementarni par cijan (zeleno-plava), oslablјivanje crvenog kanala rezultirat će pojačavanјem zeleno-plave boje što rezultira hladnijim tonovima na fotografiji. Oslablјivanje zelenog kanala rezultira povećanјu magenta tona, a oslablјivanje plavog kanala rezultira toplijim žutim tonovima na fotografiji, jer je plavoj boji komplementarni par žuta boja.

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

Uz pomoć stručne literature, savijeta iskusnih fotografa, detaljne analize i pripreme pristupljeno je snimanju portretnih fotografija. Za vrijeme pripreme je izrađen plan o vrsti opreme, odabiru modela, i lokacija potrebnih za nastajanje portretnih fotografija. Za snimanje većine fotografija potrebnih za ovaj rad korišten je Nikon D800 digitalni SLR fotoaparat s portretnim objektivom Nikkor 85mm f/1.4 G. Osim njega, jedan dio fotografija je snimljen Nikon D610 fotoaparatom, a od objektivu su još korišteni Nikkor 24-70 mm f/2.8 G i Nikkor 70-200 mm f/2.8 G objektivu.

Snimanja su obavljena na raznim lokacijama u raznim svjetlosnim uvjetima uz ispravan bijeli balans, a neki od načinjenih portreta su prikazani u kolažu koji vidimo na *slici 7*. Fotografirani portreti su načinjeni u različitim dobima dana: u jutro, podne, poslijepodne i za vrijeme noći. Da bi e upotpunila raznovrsnost svjetlosnih uvijeta pojedine fotografije (noćne) su osvijetljene uz pomoć bljeskalice Nikon SB-900, a studijska fotografija uz pomoć Multiblitz rasvijetnih tijela za studijsku fotografiju. S obzirom na veliku raznolikost i nemogućnosti kvalitetne obrade svih fotografija, nakon detaljnog pregledavanja i proučavanja izdvojene su dvije fotografije između ostalih portreta. Prva fotografija koja je obrađena je snimljena jednog ljetnog sunčanog dana u popodnevnim satima. Fotografija je snimana Nikon D800 fotoaparatom sa objektivom Nikkor 85mm f/1.4 G. Snimljena fotografija je imala vrijednosti otvora zaslona objektivu f/2, brzina okidanja je bila 1/2000 sec, a ISO vrijednost 160. Zbog velike količine svjetla nisu korištena nikakva dodatna osvjetljenja, a model je smješten na lokaciji koja se nalazi u hladovini tako da na samom portretu nisu vidljivi nikakvi nepoželjni odsjaji kao ni nikakve sjene.

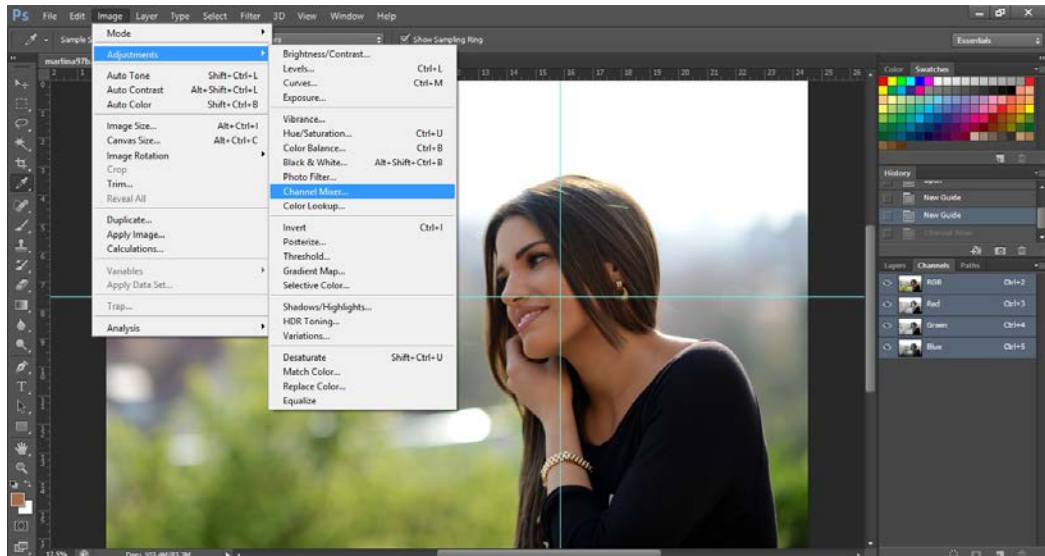
Druga odabrana fotografija je portret snimljen u ranim večernji satima. Zbog nedostatka svjetla pri nastajanju ove fotografije korištena je bljeskalica. Fotografija je snimana Nikon D800 fotoaparatom sa objektivom Nikkor 70-200 mm f/2.8 G pri žarišnoj daljini od 70 mm i kao dodatak korištena je bljeskalica Nikon SB-900. Vrijednosti snimljene fotografije bile su: otvor zatvarača

objektiva f/2.8, brzina okidanja 1/125 sec. , a ISO je bio namješten na 1000 zbog sumraka. Na prvoj izdvojenoj fotografiji okolina je svijetla, a tamnopusi model se izdvaja iz pozadine, dok druga fotografija predstavlja primjer gdje se model gotovo stapa s tamnom pozadinom, ambijentom na slici.



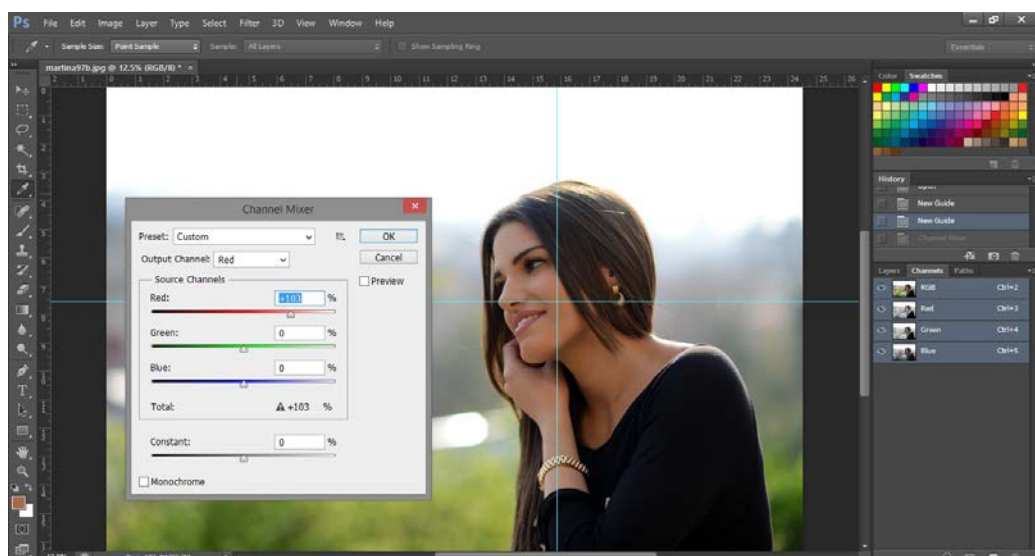
Slika 7. Portretne fotografije snimljene u raznim svjetlosnim uvjetima

Fotografije su snimljene u najfinijem JPEG zapisu te kao takve učitane u alat Adobe Photoshop CS6 u kojem je izvršena obrada fotografija. Na otvorenoj fotografiji je se otvorio izbornik *Channel Mixer* (*Image - Adjustment - Channel Mixer*) kao što je prikazano na slici 8.



Slika 8. Channel Mixer u Adobe Photoshopu CS6

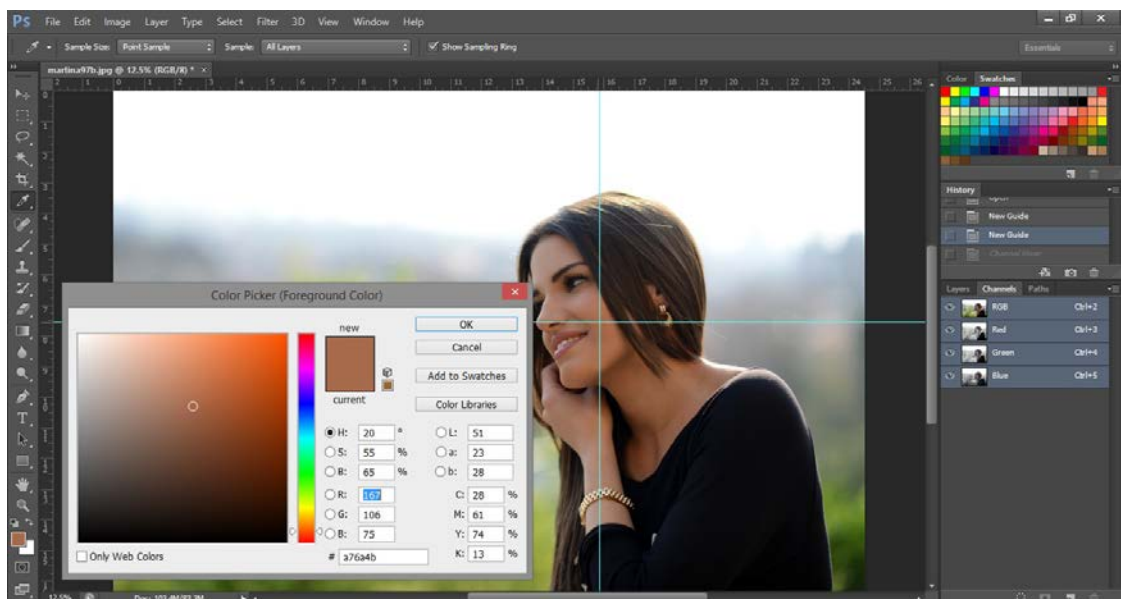
Uz pomoć izbornika za mješanje kanala (*Channel Mixer*) načinjena je manipulacija bojama. Svaki pojedini kanal (R,G,B) je pojačan za 3 i 6 %, te smanjen za 3% dok se iznos ostalih kanala ne dira za vrijeme pomicanja pojedinog. Na taj način je dobiveno po 9 novih izmanipuliranih fotografija kojima pridružujemo originalni nepromjenjeni RGB 100% uzorak.



Slika 9. Upotreba *Channel Mixer*-a

Na slici 9 je prikazan otvoren izbornik *Channel Mixer*-a te njegova primjena na primjeru crvenog (R) kanala. Izvršene su promjene samo na klizaču za crvenu boja ukoliko je otvoren crveni kanal, dok se zeleni (G) i plavi (B) nisu dirali. Vrijednosti crvenog se mjenjaju na 97%, 103% i 106% te su se tako dobile 3 nove fotografije uz originalnu RGB 100% na kojoj su sva tri kanala ostala ne promjenjena. Postupak je ponovljen i za zeleni i plavi kanal za iste iznose te je se uz originalnu fotografiju dobilo ukupno 9 novih.

Na dobivenim fotografijama su također u Adobe Photoshop CS6 programu izvršena mjerenja uz pomoć alata *picker tool* te su dobivene Lab vrijednosti boja u određenom pikselu na koži lica na originalnoj te na ostalim fotografijama s pomaknutim RGB kanalima. Na slici 10 je prikazana upotreba *picker tool*-a. U programu je uz pomoć koordinantnog sustava određena jedna točka na koži lica modela portretne fotografije te su s nje uzimane vrijednosti boje originalne fotografije, ali i svih ostalih koje su dobivene manipulacijama u *Channel Mixer*-u. L, a i b vrijednosti boje u toj određenoj točki za originalnu fotografiju (RGB 100%) i za ostale, izmanipulirane fotografije s promjenama u R, G i B kanalima od po 3% su očitane te unešene u tablicu zbog daljnje usporedbe.



Slika 10. Upotreba *Picker tool*-a i očitavanje Lab vrijednosti

Osim izmjerenih vrijednosti, provedeno je također i istraživanje na uzorku od 100 ispitanika (50 žena i 50 muškaraca). Odabrani ispitanici su uz predočene fotografije morali odgovoriti na pitanja koja su se temeljila na vizualnom opažanju te na njihovom subjektivnom dojmu. Anketa koja im je predočena se sastojala od niza fotografija, to jest od originalne prve fotografije te njenih manipulacija (*slike* 11. i 12.) i druge fotografije (originala i manipulacija) (*slike* 13. i 14.).

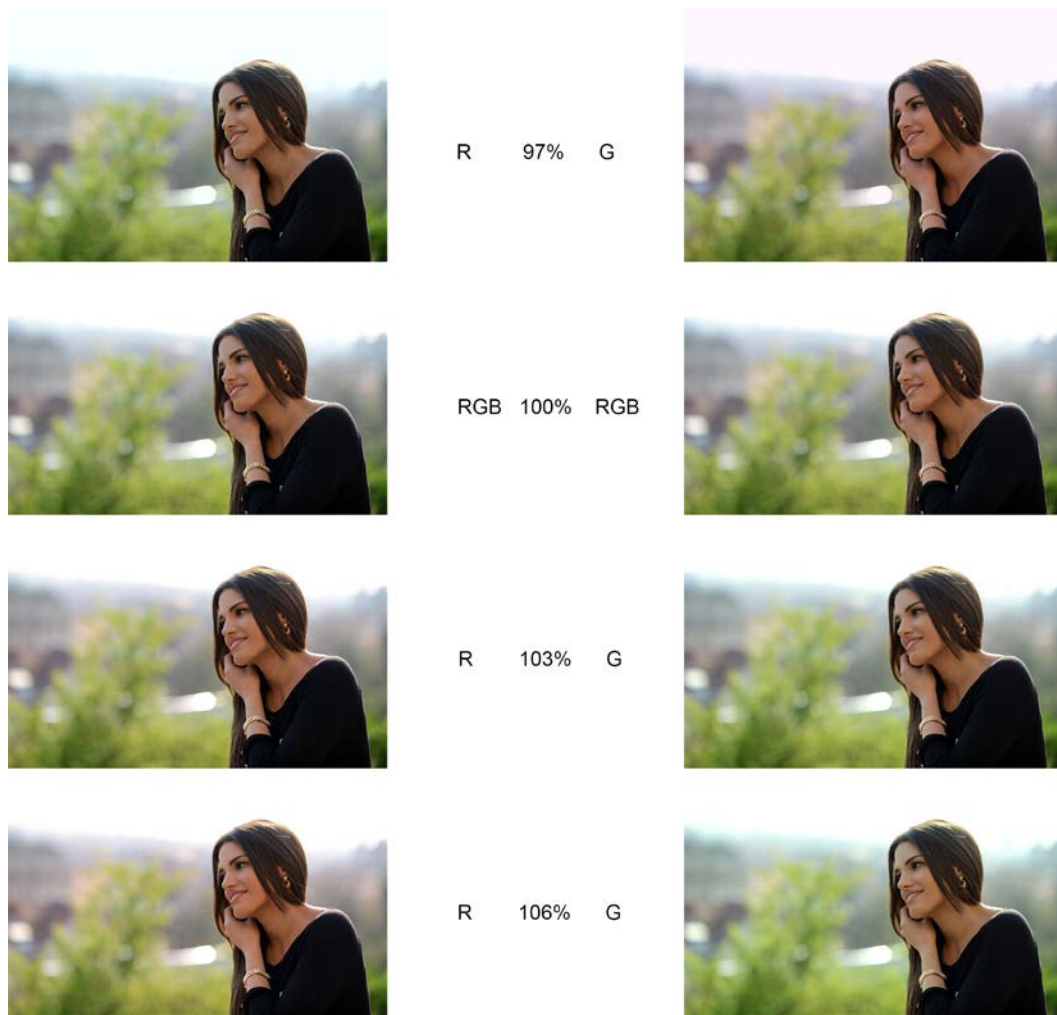


Pitanja koja su se nalazila u anketu su se odnosila na te fotografije te su ispitanici s obzirom na njih ponudili svoje odgovore.

Prvi anketni zadatak je bio izbaciti uzorke koji se čine neprihvatljivima. Ispitanici su trebali odabrati koje fotografije od ponuđenih im se čine neprihvatljivim, ne daju realan dojam boje kože, lica samog portreta.

Drugi zadatak bio je odabrati najprihvatljiviji uzorak od pojedine fotografije. Ispitanici su birali od 10 ponuđenih (originalne i 9 izmanipuliranih fotografija) uzorak koji im se najviše sviđa, koji na njih ostavlja najrealniji i najprivlačniji utisak od ponuđenih verzija za obje fotografije.

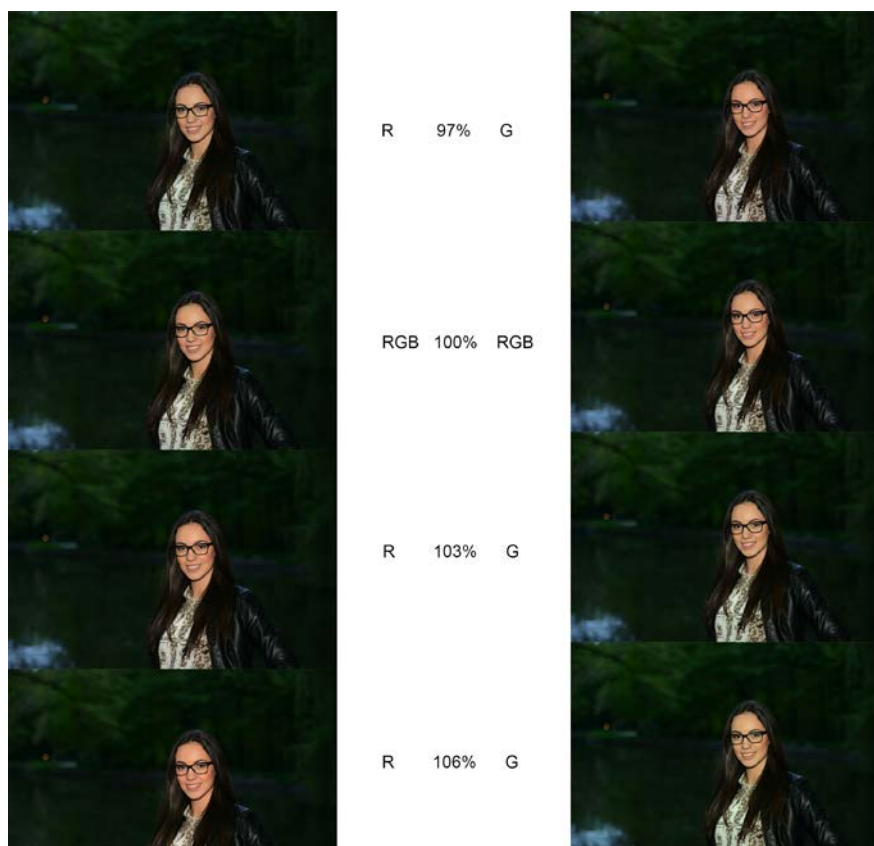
Treći zadatak bio je usporediti originalni uzorak (RGB 100%) sa izmanipuliranim te izdvojiti ukoliko je neki od njih privlačniji mu od originala.



Slika 11. Uzorci s promjenama na crvenom i zelenom kanalu prve fotografije



Slika 12. Uzorci s promjenama na plavom kanalu prve fotografije



Slika 13. Uzorci s promjenama na crvenom i zelenom kanalu druge fotografije



B 97%

RGB 100%



B 103%

B 106%

Slika 14. Uzorci s promjenama na plavom kanalu druge fotografije

## 4. REZULTATI

Na *tablici 1.* prikazane su izmjerene Lab vrijednosti u određenoj točki na dijelu fotografije koja prikazuje kožu lica. L, a i b vrijednosti se mjere na originalnoj fotografiji, a zatim na istom tom mjestu se uzimaju i vrijednosti za izmanipulirane fotografije.

Tablica 1. Promjena Lab vrijednosti boje jedne točke na koži modela prilikom manipulacija RGB kanala boja za odabranu fotografiju 1

Fotografija 1	L	a	b
RGB 100%	51	23	28
R 97%	50	21	27
R103%	52	25	29
R106%	53	27	30
G 97%	50	24	27
G 103%	52	21	29
G 106%	53	19	30
B 97%	51	23	29
B 103%	51	23	27
B 106%	51	23	26

Iz *tablice 1.* se očituje da se vrijednost L (eng. *lightness* = svjetloća) u crvenom i zelenom kanalu mijenja linearno s obzirom na povećanja ili smanjenja u tim kanalima, dok manipulacije u plavom kanalu nemaju utjecaja na svjetloću.

A i b komponente boje se mijenjaju proporcionalno ili obrnuto proporcionalno kod svih kanala osim a komponente u plavom kanalu gdje ostaje nepromjenjena.

Izmjerene su iste vrijednosti i za fotografiju 2 i njene manipulacije, a dobiveni podatci su prikazani u *tablici 2.*

Tablica 2. Promjena Lab vrijdnosti boje jedne točke na koži modela prilikom manipulacija RGB kanala boja za odabranu fotografiju 2

Fotografija 2	L	a	b
RGB 100%	69	16	28
R 97%	69	14	26
R103%	70	18	30
R106%	70	21	32
G 97%	68	18	27
G 103%	71	14	28
G 106%	71	12	33
B 97%	69	16	29
B 103%	69	16	28
B 106%	69	16	26

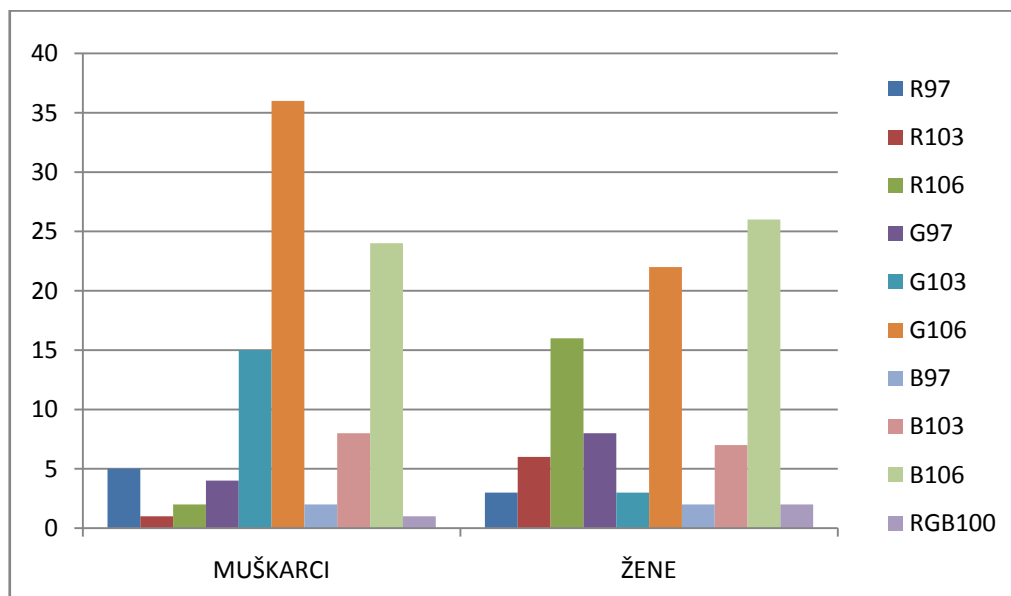
Podatci za fotografiju 2 koje isčitavamo iz *tablice 2* su gotovo slični s podacima koji su dobiveni za fotografiju 1. L, a i b vrijednost su proporcionalne na uzorcima fotografije 2 u istim koracima kao kod fotografije 1. Isto vrijedi za vrijednosti koje ostaju iste (L i a kod manipuliranja fotografije u plavom kanalu).

Osim izmjerenih podataka za Lab vrijednosti boja kože na slici, anketiranjem na uzorku od 100 ispitanika (50 muškaraca i 50 žena) dobiveni su rezultati ispitivanja o njihovom opažanju i subjektivnom doživljaju kojeg su fotografije pobudile.

Prvim anketnim pitanjem ispitanici su odabrali uzorke manipuliranih fotografija koje smatraju neprihvatljivim, a njihovi odgovori su prikazani u histogramima na *slikama 15. i 16.*

U histogramima se može vidjeti da je neprihvaćenost manipuliranih uzoraka slična za obe fotografije nastale u različitim svjetlosnim uvjetima te da zauzima oko 1/6 svih navedenih uzoraka. Ispitanici su označili u prosjeku 17,6% uzoraka neprihvatljivim, s tim da je neprihvatljivost neznačajno izraženija kod muškaraca

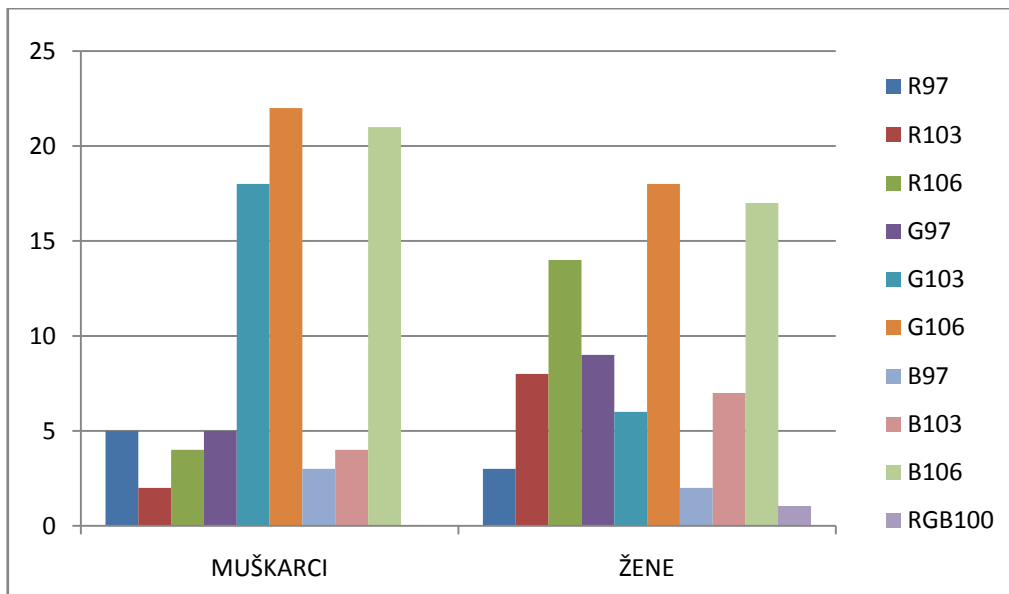
(18,2%). Najmanje prihvatljiv uzorak je uzorak prve fotografije izmanipuliran u zelenom kanalu, s povećanjem zele boje na 106%, a njega ne smatra prihvatljivim 58% ispitanika. Slično vrijedi za uzorak druge fotografije s istim vrijednostima kojom nije zadovoljno 40% ispitanika. Nakon tih uzoraka slijede plavi uzorci B106 sa 50% nezadovoljnih što se tiče prve fotografije i 38% nezadovoljnih drugom fotografijom.



Slika 15. Histogram neprihvatljivih uzoraka manipuliranih fotografija kod muškaraca i žena na fotografiji 1

Ako se pogledaju zasebno rezultati za jednu fotografiju i drugu, može se primjetiti da manje neprihvaćenih uzoraka u drugoj fotografiji.

Što se tiče razlike između muškaraca i žena, G106 uzorak prve fotografije smatra neprihvatljivim čak 72% muškaraca dok žene imaju viši stupanj tolerancije na uzorke s pojačanim zelenim kanalom.



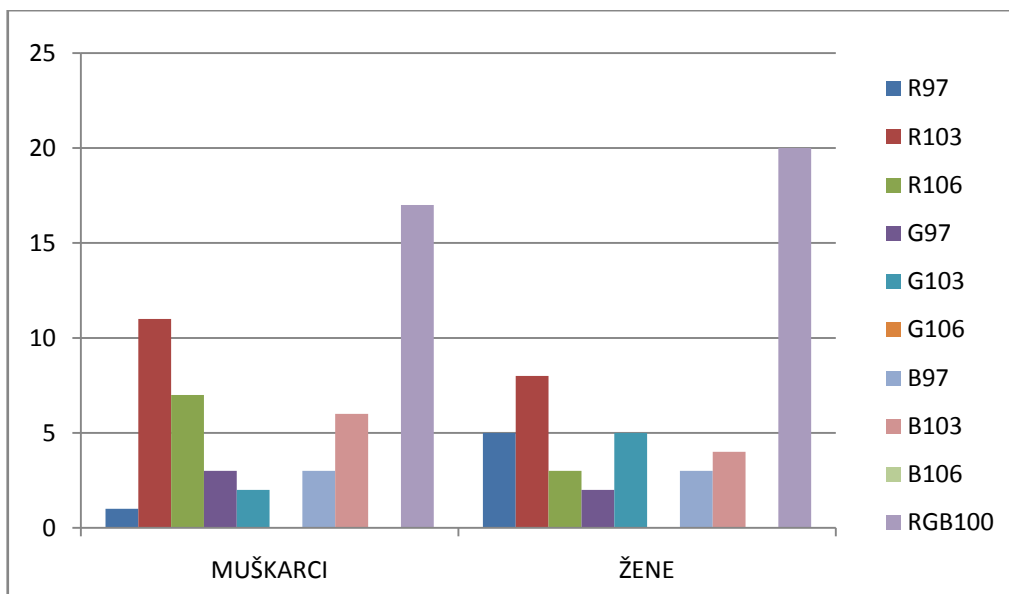
Slika 16. Histogram neprihvatljivih uzoraka manipuliranih fotografija kod muškaraca i žena na fotografiji 2

Na *slikama* 17. i 18. su prikazani histogrami najprihvatljivijih uzoraka fotografija muškarcima i ženama fotografija 1 i 2 (originala i njihovih manipuliranih uzoraka).

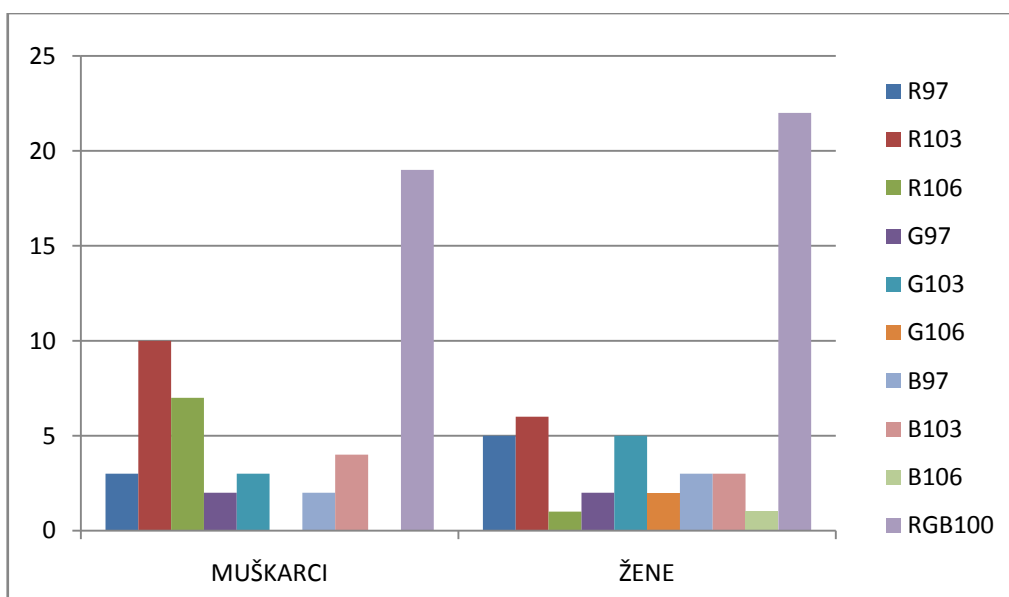
Originalana (100RGB) prva fotografija je najprihvatljivija za 37% ispitanika, dok 19% njih smatra R103 fotografiju najprihvatljivijom, fotografiju s pojačanim crvenim kanalom za 3%. Privrženost crvenijim fotografijama je izraženija kod muškaraca jer je 22% njih odabralo R103 kao najprihvatljiviju, a i njih 14% čak i fotografiraju R106 u kojoj je crvena boja pojačana na 106%.

41% anketiranih je odabralo originalnu (100RGB) fotografiju za najprihvatljiviju kod fotografije 2. Dok je kao i kod prve fotografije iza originalne R103, koju je odabralo 16% ispitanih.

Kod prve fotografije nijedan ispitanik nije odabran G106 ni B106 uzorke kao najprihvatljivije dok je kod druge fotografije to učinilo 2% i 1% ispitanih.



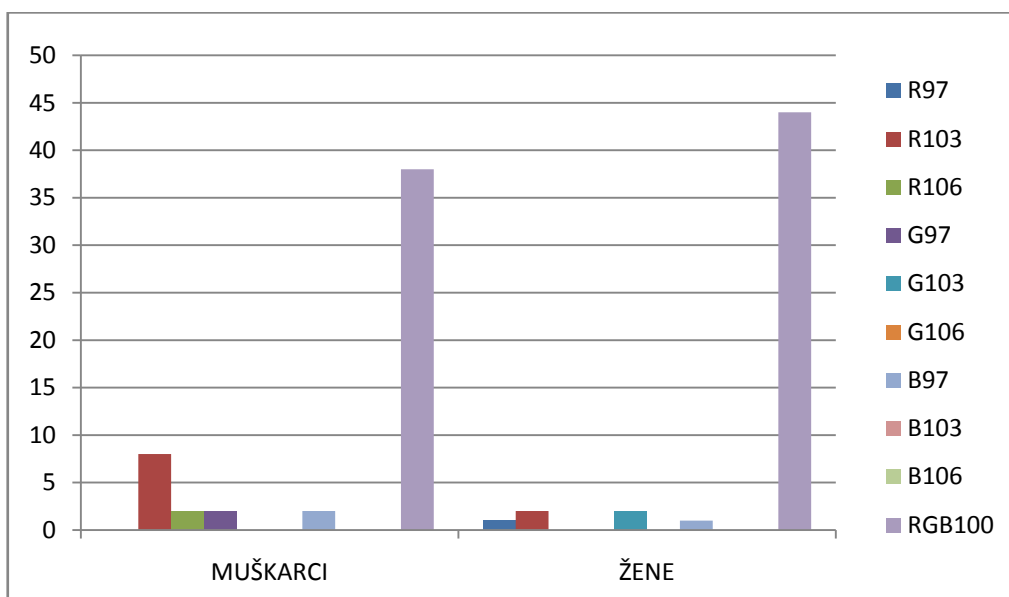
Slika 17. Histogram najprihvatljivijih uzoraka manipuliranih fotografija muškarcima i ženama na fotografiji 1



Slika 18. Histogram najprihvatljivijih uzoraka manipuliranih fotografija muškarcima i ženama na fotografiji 2

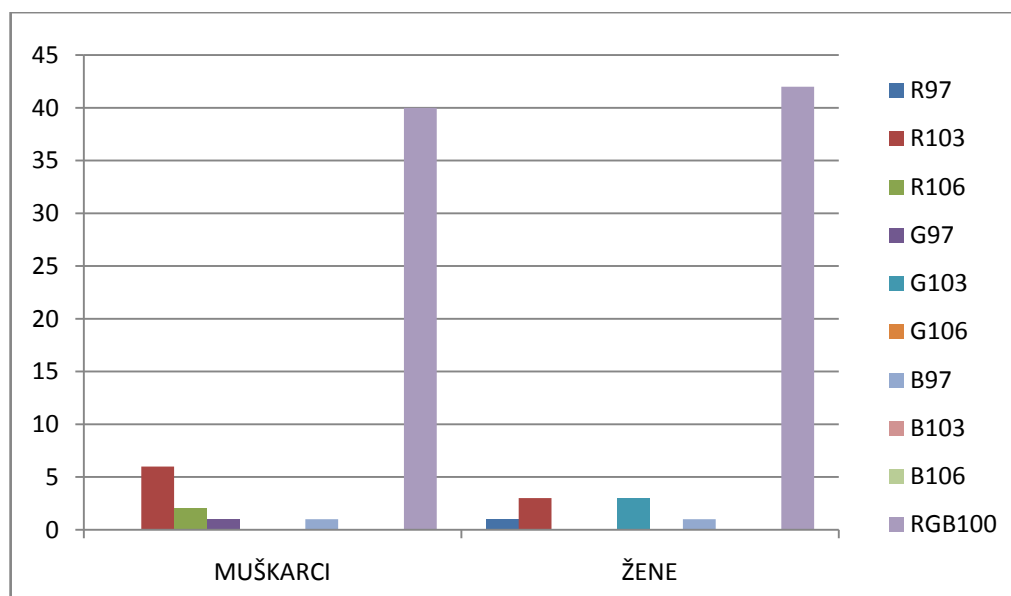
Histogrami na slikama 19. i 20. prikazuju rezultate u anketiranju ispitanih o usporedbi originalnih sa manipuliranim fotografijama. Samo 18% ispitanih je odabralo manipuliranu fotografiju ispred one originalne. Od čega 10% njih smatra za prvu fotografiju da je to uzorak R103.





Slika 19. Histogram usporedbe uzoraka manipuliranih fotografija s originalom na uzorku muškaraca i žena na fotografiji 1

U drugoj fotografiji 82% ispitanika smatra original boljim od ijedne manipulacije. 9% ispitanih ispred originala stavlja uzorak R103, dok 6% žena stavlja zeleniji G103 uzorak.



Slika 20. Histogram usporedbe uzoraka manipuliranih fotografija s originalom na uzorku muškaraca i žena na fotografiji 2

## 5. RASPRAVA

Iz tablica 1 i 2 se može isčitati da korigiranjem u RGB kanalima boja u *Channel Mixer*-u dolazi do pomaka i u Lab vrijednostima dobivene boje. Usporedivši mjerenja na dvije različite fotografije može se zaključiti da je promjena linearna te se za određene pomake u postotku u određenim kanalima istovjetno mjenjaju Lab vrijednosti ili ostaju konstantne. Zanimljivo je da promjene u plavome kanalu ne utječu na svjetlinu (L) te je ona konstantna, što nije slučaj kod manipulacija u crvenom i zelenom kanalu. S obzirom da su odstupanja identična za dvije različite fotografije pretpostavlja se da manipulacijom u alatu za mješanje kanala ne utječemo na vrijednosti koje se isčitavaju u Lab prostoru boja.

Iz histograma u rezultatima se može isčitati da su promjene prihvatljive skoro svim ispitanicima na većini uzoraka. Prosječnom ispitaniku je prihvatljivo čak 82,4% uzoraka izmanipuliranih portretnih fotografija. Kod uzoraka s pomakom od 6% na kanalima za zelenu boju isčitava se najveća neprihvaćenost, ukupno 49% s tim da je kod muškaraca ta neprihvaćenost još izraženija - 58% (čak 72% ako uzmemo u obzir samo prvu fotografiju). Iz toga se može zaključiti da muškarci ne preferiraju pojačavanje zelenog kanala za razliku od ženske populacije koja je dosta tolerantnije na takve promjene. Zelena boja na ten portretirane osobe ostavlja dojam bolesti, kože koja nije zdrava te samim time ima odbojan učinak prema posmatračima.

U histogramima s najprihvatljivijim uzorcima se može vidjeti kako se pored originalnog uzorka (RGB100%) i muškoj i ženskoj populaciji sviđa i uzorak u kojem je djelomično pojačan crveni (R) kanal. To je izraženije kod muškaraca koji čak u 36% slučajeva najbolje prihvaćaju crvenije fotografije, s crvenim kanalom pojačanim za 3 ili 6%. Crvena boja daje osjećaj topline, snage i zdravlja i kao takva je jako privlačna. To se očituje i na histogramima sa *slika* 19 i 20 gdje su pored originalnog uzorka odabrani uzorci s pojačanim crvenim kanalima ispred originalnog i to u 9.5% posto slučajeva uzorak R103 gdje je crveni kanal pojačan za 3%. Osim pojačavanjem crvenog kanala, smanjenjem

plavoga se također postiže sličan efekat, te se također uzorci B97% dobro prihvaćaju.

Iz svih histograma navedenih u rezultatima se može isčitati da žene bolje prihvaćaju hladnije tonove na boji kože u portretnim fotografijama nego muškarci. Kod fotografija gdje se manipulira s plavim kanalom su najmanje izražena odstupanja između žena i muškaraca.

I muškarci i žene uglavnom toleriraju ili vizualno ne opažaju odstupanja od po 3% dok se već kod pomaka od 6% očituje neprihvatljivost ponajviše kod zelenog, ali i plavog kanala.

Kada je riječ o portretnim fotografijama snimljenim u različitim svjetlosnim uvjetima, uz ispravni bijeli balans, zamjetno je da se modulacijom postiže sličan efekat u bilo kojim uvjetima. Kod fotografija u boljim svjetlosnim uvjetima, sa više svjetla promjene u kanalima više utječu na vizualnu percepciju nego kod portretnih fotografija koje su snimane u lošijim svjetlosnim uvjetima uz pomoć dodatne fotografske rasvijete.

## 6. ZAKLJUČAK

Istraživanje je pokazalo da promjene vrijednosti RGB kanala utječu na percepciju portretne fotografije. Obradom rezultata zaključeno je kako muškarci najbolje prihvaćaju portretne fotografije toplijih tonova, s povećanim vrijednostima crvenog kanala. Osim toga, osjetljivi su na pojačavanja u zelenom kanalu te zeleniju kožu smatraju neprihvatljivom. Promjene u zelenom kanalu, njegovim pojačavanjem, također se utječe i na percepciju slike i kod žena, ali one imaju veći prag tolerancije. Promjene u kanalima od 3% ne izazivaju značajne promjene na percepciju portretne fotografije te su u većini slučajeva prihvatljive. Kod promjena u plavom kanalu su vidljive najmanje razlike u percepciji žena i muškaraca, i jedni i drugi prihvaćaju smanjenje plave boje, dok njegovo znatno povećanje ne prihvaćaju. Pojačan crveni kanal daje dojam zdravije kože, zdravijeg tena i stoga se od svih manipulacija najbolje prihvaća te se kao takav može koristiti u reklamnoj fotografiji, pogotovo u reklamnoj fotografiji za kozmetičke proizvode koja za zadatak ima ostaviti dojam zdravog i mladog modela. Iz priloženih rezultata istraživanja može se zaključiti da je boja kože važan faktor koji utječe na percepciju i subjektivan dojam pojedinca. Rezultatima je također utvrđeno da nema velikih odstupanja ukoliko se radi o fotografijama snimljenim u različitim svjetlosnim uvjetima. Bez obzira na meteorološke prilike, i doba dana i količinu svjetla, manipulacijama u *Channel Mixeru* možemo postići bolje rezultat, prihvatljiviju portretnu fotografiju. Kod portretni fotografija snimanih u lošijim svjetlosnim uvjetima te manipulacije u manjim koracima nisu veoma izražene i veoma su prihvatljive.

U novije vrijeme razvojem računalnih programa, fotografima i retušerima je omogućeno vrlo jednostavno retuširanje kože lica na portretnim fotografijama, uklanjanje nečistoća i nepravilnosti, ali i tehnička korekcija boje fotografije. Rezultati istraživanja pokazuju kako se neki određeni efekti prilikom obrade fotografija mogu postići jednostavnim i brzim korištenjem alata za mješanje kanala. Kao rezultat dobije se prihvatljivija fotografija koja ima veliki potencijal u reklamnoj portretnoj fotografiji te se na jednostavan način može privući veliki broj novih kupaca ili klijenata.

## 7. LITERATURA

1. Mikota, Miroslav (2000). *Kreacija fotografija*, V.D.T., Zagreb
2. McIntosh, William S. (2004). *Classic Portrait Photography*, Amherst Media, Buffalo, N.Y.
3. Caputo, Robert (2004). *Umijeće fotografiranja Ljudi i portreti*, Egmont d.o.o., Zagreb
4. Zjakić, Igor, Milković, Marin (2010). *Psihologija boja*, Veleučilište u Varaždinu, Varaždin
5. Milković, Marin, Zjakić, Igor, Vusić, Damir (2010). *Kolorimetrija u multimedijским komunikacijama*, Veleučilište u Varaždinu, Varaždin
6. \*\*\* <http://www.tiskarstvo.net/tiskarstvo2011/clanciWeb/Agic/DarkoAgicUsporedbaRGB.html> *Usporedba RGB prostora boja* 12.1.2015
7. \*\*\* [http://racunala.ttf.unizg.hr/files/Boja\\_i\\_atributi\\_boje.pdf](http://racunala.ttf.unizg.hr/files/Boja_i_atributi_boje.pdf) *Boje i atributi boja* 13.1.2015.
8. \*\*\* <http://www.csee.umbc.edu/~rheingan/SIGGRAPH/color.slides.pdf> *Color Perception and Applications* 13.1.2015.
9. \*\*\* <http://fotografija.hr/ccd-cmos-foveon-super-ccd/> *ccd, cmos, foven, super ccd* 19.1.2015.
10. \*\*\* <http://fotografija.hr/kanali-channels-1dio/> *Fotografija, Kanali - Channels* 29.1.2015.